

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.06.2025 12:22:08
Уникальный программный ключ:
sa953a01204891083f939673078ef1a989dae18a

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
Факультет искусственного интеллекта
(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

**02.03.02 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ,
09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной
профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП
ВО):**

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: РАЗРАБОТКА И ОБУЧЕНИЕ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Проектирование и разработка систем компьютерного зрения» входит в программу бакалавриата «Искусственный интеллект: разработка и обучение интеллектуальных систем» по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» и изучается в 6, 7, 8 семестрах 3, 4 курсов. Дисциплину реализует Кафедра прикладного искусственного интеллекта. Дисциплина состоит из 8 разделов и 72 тем и направлена на изучение формирования у студентов глубоких практических навыков построения комплексных и масштабируемых приложений компьютерного зрения (CV) — от сбора и подготовки данных до внедрения и поддержки готовых интеллектуальных визуальных систем. Курс ориентирован на междисциплинарные и индустриальные задачи, разбор современных инструментов, библиотек и фреймворков, сложности интеграции, обеспечения производительности и надежности CV-решений на практике.

Целью освоения дисциплины является научить студентов проектировать, реализовывать и внедрять сложные end-to-end системы компьютерного зрения с использованием классических и современных методов машинного/глубокого обучения, обеспечивать качество данных, строить пайплайны обработки изображений/видео, интегрировать модули обнаружения, сегментации, распознавания и развертывать масштабируемые сервисы.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Проектирование и разработка систем компьютерного зрения» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ПК-1	Способен создавать и оценивать различные модели машинного обучения, архитектуру нейронных сетей и алгоритмы искусственного интеллекта с целью выбора наиболее эффективных решений для конкретных профессиональных задач	ПК-1.1 Может выбирать подходящий алгоритм машинного обучения и архитектуру нейронных сетей для конкретной задачи, учитывая особенности данных и требования к решению; ПК-1.2 Демонстрирует навыки обработки, представления и анализа данных для построения моделей машинного обучения; ПК-1.3 Владеет методами создания и обучения моделей с использованием различных алгоритмов и архитектур; ПК-1.4 Умеет оценивать соблюдение методологии разработки различных моделей машинного обучения, архитектур нейронных сетей и алгоритмов, анализировать качество моделей и разрабатывать стратегии для улучшения качества моделей;
ПК-2	Способен эффективно работать с большими объемами данных, включая их предварительную обработку, анализ и визуализацию, с целью извлечения полезной информации для обучения моделей искусственного интеллекта	ПК-2.2 Демонстрирует навыки анализа данных с использованием статистических методов и инструментов; ПК-2.3 Владеет методами работы с различными алгоритмами машинного обучения и глубокого обучения для решения различных задач;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Проектирование и разработка систем компьютерного зрения» относится к блоку по выбору блока образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Проектирование и разработка систем компьютерного зрения».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ПК-1	Способен создавать и оценивать различные модели машинного обучения, архитектуру нейронных сетей и алгоритмы искусственного интеллекта с целью выбора наиболее эффективных решений для конкретных профессиональных задач	Методы машинного обучения; Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта; Параллельное и распределенное программирование; Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта; <i>Цифровые двойники**</i> ; <i>Основы больших языковых моделей**</i> ; <i>Основы робототехники**</i> ;	
ПК-2	Способен эффективно работать с большими объемами данных, включая их предварительную обработку, анализ и визуализацию, с целью извлечения полезной информации для обучения моделей искусственного интеллекта	Статистические методы и первичный анализ данных; <i>Цифровые двойники**</i> ; <i>Основы больших языковых моделей**</i> ; Введение в базы данных; Программирование на языке Python; Hadoop, SPARK; Анализ естественного языка с помощью методов искусственного интеллекта; Лингвистические основы анализа естественного языка; Введение в компьютерное зрение; Обработка и анализ изображений и видео с помощью методов искусственного интеллекта; Программирование на языке C++; <i>Программирование на языке NodeJS**</i> ; <i>Программирование на языке Go**</i> ; <i>Основы робототехники**</i> ; Эксплуатационная практика (учебная); Технологическая (проектно-технологическая) практика (учебная);	

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Проектирование и разработка систем компьютерного зрения» составляет «12» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)		
			6	7	8
Контактная работа, ак.ч.	144		68	40	36
Лекции (ЛК)	0		0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	144		68	40	36
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0	0	0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	198		49	77	72
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	90		27	27	36
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	432	144	144	144
	зач.ед.	12	4	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Сбор, хранение и подготовка визуальных данных	1.1	Импорт и структурирование больших датасетов изображений/видео (ImageNet, COCO и др.)	ЛР
		1.2	Предварительная очистка, фильтрация и удаление некачественных данных	ЛР
		1.3	Разметка изображений: bounding boxes, маски (ручные, semi-auto, LabelMe, CVAT)	ЛР
		1.4	Аугментация изображений для увеличения обучающей выборки	ЛР
		1.5	Преобразование форматов, работа с цветом, изменением разрешения	ЛР
		1.6	Синхронизация, нумерация, парсинг и хранение метаданных	ЛР
		1.7	Построение пайплайна предварительной обработки (batch processing, скрипты)	ЛР
		1.8	Генерация synthetic data (простейшие синтетические изображения)	ЛР
		1.9	Мини-проект: полный кейс подготовки датасета под определенную задачу	ЛР
Раздел 2	Базовые алгоритмы компьютерного зрения и методы извлечения признаков	2.1	Реализация и настройка операций фильтрации (гамма-коррекция, блюр, edge detection)	ЛР
		2.2	Анализ гистограмм яркости и цветовых компонентов	ЛР
		2.3	Выделение краев: операторы Canny, Sobel, Laplacian, сравнение результатов	ЛР
		2.4	Детектирование и описание ключевых точек (SIFT/SURF/ORB)	ЛР
		2.5	Построение признакового пространства: hog, color histogram, shape-descriptor	ЛР
		2.6	Матчинг образов по ключевым точкам (feature matching)	ЛР
		2.7	Извлечение и анализ компактных дескрипторов для быстрого поиска	ЛР
		2.8	Валидация значимости признаков и связь с downstream задачами	ЛР
		2.9	Мини-проект: задача идентификации по набору классических признаков	ЛР
Раздел 3	Классификация изображений классическими и ML-методами	3.1	Построение baseline-классификатора на ручных признаках (SVM, RandomForest)	ЛР
		3.2	Кросс-валидация и оценка метрик качества (accuracy, precision, recall, F1)	ЛР
		3.3	Балансировка классов и подбор оптимального порога отсечки	ЛР
		3.4	Применение PCA/t-SNE для визуализации признакового пространства	ЛР
		3.5	Классификация изображений из медицинских/технических доменов	ЛР
		3.6	Автоматизация пайплайна inference для batch обработки новых изображений	ЛР
		3.7	Настройка логирования и отслеживания ошибочных классификаций	ЛР
		3.8	Анализ ошибок и формирование отчёта по метрикам	ЛР
		3.9	Мини-проект: решение отраслевой задачи классификации изображений	ЛР
Раздел 4	Глубокое обучение для	4.1	Реализация архитектуры базовой CNN с	ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
	CV: сверточные нейронные сети (CNN)		использованием фреймворка (PyTorch, TensorFlow)	
		4.2	Аугментация данных и transfer learning с pre-trained моделями (ResNet, VGG)	ЛР
		4.3	Классификация на большом датасете с использованием современных CNN	ЛР
		4.4	Обучение с нуля vs transfer learning: анализ различий	ЛР
		4.5	Подбор гиперпараметров: learning rate, batch size, оптимизаторы	ЛР
		4.6	Early stopping, regularization и борьба с переобучением	ЛР
		4.7	Групповое обучение (параллельные эксперименты, ускорение обработки)	ЛР
		4.8	Explainable AI для CNN: визуализация слоёв и карт признаков	ЛР
		4.9	Мини-проект: end-to-end пайплайн на реальном проекте классификации	ЛР
Раздел 5	Детекция и локализация объектов	5.1	Разметка и подготовка данных для задач object detection	ЛР
		5.2	Реализация Yolo/Faster-RCNN/SSD на базовом наборе данных	ЛР
		5.3	Подготовка и дообучение предобученных моделей детекции на своих данных	ЛР
		5.4	Переобучение моделей под нестандартные классы/разметку	ЛР
		5.5	Интеграция детектора в пайплайн обработки новых изображений/видеопотоков	ЛР
		5.6	Оценка качества детекции (mAP, precision-recall)	ЛР
		5.7	Визуализация результатов и разбор особых случаев сложных фоновых областей	ЛР
		5.8	Практика Multi-class и Multi-object detection	ЛР
		5.9	Мини-проект: создание сервиса автоматического поиска объектов	ЛР
Раздел 6	Сегментация, извлечение и генерация объектов/областей	6.1	Построение и валидация масок объектов (разметка для сегментации)	ЛР
		6.2	Классические методы сегментации: пороговая обработка, watershed, k-means	ЛР
		6.3	Семантическая сегментация с помощью U-Net/DeepLab	ЛР
		6.4	Мультиклассовая и instance-сегментация (альтернативные архитектуры)	ЛР
		6.5	Пост-обработка результатов сегментации (морфология, фильтрации)	ЛР
		6.6	Сравнение и анализ метрик сегментации (IoU, Dice)	ЛР
		6.7	Генерация синтетических масок и dataset extension	ЛР
		6.8	Решение задач сегментации в медицинских, промышленных, агротех доменах	ЛР
		6.9	Мини-проект: автоматизация сегментации в отраслевом или научном кейсе	ЛР
Раздел 7	Компьютерное зрение для видео, трекинг, обработка последовательностей	7.1	Импорт и предобработка видеопотоков и последовательностей изображений	ЛР
		7.2	Детекция событий и объектов на видео: анализ последовательности кадров (video object detection)	ЛР
		7.3	Методы трекинга объектов (KCF, SORT,	ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			DeepSORT, Kalman filter)	
		7.4	Синхронизация треков и управление идентификаторами объектов	ЛР
		7.5	Темпоральная агрегация результатов детекции (пост-обработка)	ЛР
		7.6	Выделение и анализ движущихся областей, подсчёт объектов во времени	ЛР
		7.7	Фильтрация и устранение ложноположительных срабатываний на видео	ЛР
		7.8	Визуализация и логирование результатов видеоаналитики	ЛР
		7.9	Мини-проект: реализация прототипа системы видеонаблюдения/мониторинга	ЛР
Раздел 8	Развертывание CV-систем, интеграция, поддержка и сопровождение	8.1	Подготовка к деплою: экспорт моделей, requirements, тестовые скрипты	ЛР
		8.2	Обёртывание образа модели (api/web сервис на Flask/FastAPI)	ЛР
		8.3	Интеграция пайплайна CV в промышленное/IoT/облачное приложение	ЛР
		8.4	Документирование и поддержка версии моделей, DVC/MLflow	ЛР
		8.5	Настройка мониторинга работы системы (логи, алерты, бизнес-метрики)	ЛР
		8.6	Оптимизация скорости работы и inference (ONNX, TFLite, quantization)	ЛР
		8.7	Организация A/B тестирования и ротации моделей в продакшене	ЛР
		8.8	Работа с обратной связью: корректировка, добавление новых данных и дообучение	ЛР
		8.9	Итоговый мини-проект: полноценное end-to-end решение — от данных до промышленного внедрения	ЛР

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 25 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для	

работы	проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	
--------	---	--

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Шапиро, Л. Компьютерное зрение: учебник / Л. Шапиро, Д. Стокман. - 5-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2024. - 762 с. - ISBN 978-5-93208-725-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2167351>

2. Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений: учебное пособие / В. В. Селянкин. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-3368-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113938>

Дополнительная литература:

1. Цифровая обработка изображений в OpenCv. Практикум: учебное пособие для вузов / А. И. Матвеев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 104 с. - ISBN 978-5-507-46249-0. - <https://e.lanbook.com/book/266783>

2. Афанасьева, Жанна Сергеевна. Распознавание объектов с помощью сверточных нейронных сетей: учебное пособие. - Иркутск: Издательство Иркутского национального исследовательского технического университета, 2023 (Иркутск). - 133 с.: ил.; ISBN 978-5-8038-1914-1

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<https://mega.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Знаниум» <https://znanium.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- Sage <https://journals.sagepub.com/>

- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>

- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>

- Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Проектирование и разработка систем компьютерного зрения».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИК:

Заведующий кафедрой
прикладного искусственного
интеллекта

Должность, БУП

Подпись

Подолько Павел
Михайлович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой
прикладного искусственного
интеллекта

Должность, БУП

Подпись

Подолько Павел
Михайлович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Заведующий кафедрой
прикладного искусственного
интеллекта

Должность, БУП

Подпись

Подолько Павел
Михайлович

Фамилия И.О.